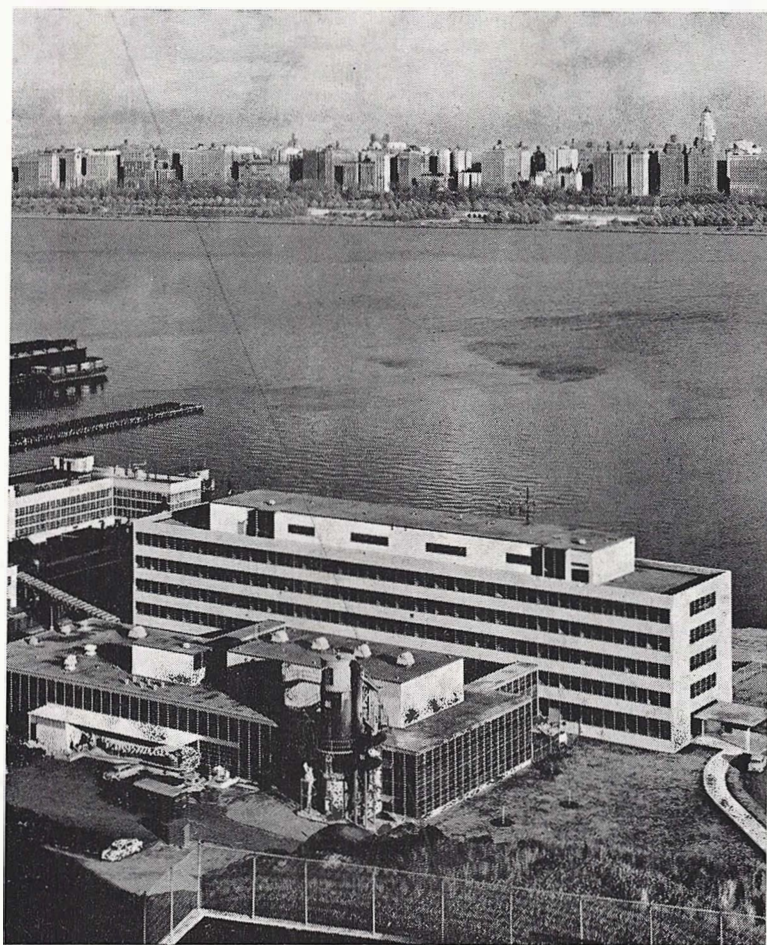


# OLÉAGINEUX

*Revue générale des corps gras et dérivés*



# LES COMPOSANTES CLIMATIQUES DU CYCLE ANNUEL DE PRODUCTIVITÉ DU PALMIER A HUILE

**Pierre MICHAUX**

Docteur ès-sciences, Conseiller technique de l'I. R. H. O.

De nombreux travaux ont déjà été réalisés pour la recherche des causes climatiques des fluctuations de rendement d'une palmeraie. Nous renvoyons le lecteur à l'excellente bibliographie donnée, en 1960 dans cette revue, par BREDAS et SCUVIE [3] et ne rappellerons ici que les travaux qui ont eu une influence directe sur notre étude. Nous suivrons, à ce propos, l'ordre des matières traitées, à défaut d'ordre chronologique.

Les différents auteurs distinguent les fluctuations *annuelles* des fluctuations *saisonnnières* de la production de régimes et nous avons cru utile d'analyser séparément les facteurs climatiques imputés à ces deux catégories distinctes de variation de rendement.

## 1. Travaux antérieurs sur les facteurs climatiques des fluctuations annuelles de la productivité.

DEVUYST [5], en 1948, pose la notion, que nous considérons comme fondamentale, de la « *pluie utile* ». Cet auteur estime qu'au-dessus d'un certain niveau de pluviosité, l'eau est perdue pour le palmier. Il propose donc de ne prendre en considération que les précipitations inférieures ou égales à 300 mm par mois. D'autre part, DEVUYST trouve, pour La Mé, une corrélation entre les pluies utiles enregistrées pendant une période de douze mois, *décalée* de 33 mois par rapport à l'année considérée, et la production de régimes de cette année. Cette corrélation n'a pas été trouvée au WAIFOR par BROEKMANS [4].

L'I.R.H.O. [10] établit en 1957 diverses corrélations à Pobé et Dabou entre la productivité *annuelle* et la hauteur d'eau *cumulée* pendant une certaine période de temps. Plusieurs bonnes corrélations sont citées pour des périodes diverses : (a) la pluviométrie totale des 24 mois précédant la récolte (— 24 à 0 mois) ; (b) la pluviométrie totale de six mois compris entre deux ans et deux ans et demi avant la récolte (— 30 à — 24 mois) ; (c) la pluviométrie comprise entre deux ans et trois ans avant la récolte (— 36 à — 24 mois). La diversité des périodes trouvées suggère que les liaisons se réfèrent à des influences distinctes sur la productivité annuelle de régimes.

BROEKMANS [4] trouve, en 1957 au WAIFOR, une bonne corrélation entre la production *annuelle* de régimes et la pluviosité *cumulée* au cours de la grande saison sèche (novembre à avril) qui a lieu deux ans et demi avant l'année de récolte. Il attribue la sexualisation femelle à une bonne *insolation* 28 mois 1/2 à 30 mois avant la maturité, tandis que la saison des pluies, à faible luminosité, tend à provoquer, avec le même décalage dans le temps, une sexualisation mâle.

BREDAS et SCUVIE [3] constatent, à Yangambi, en 1960, que la sexualisation est femelle quand il y a un *déficit de saturation* 40 mois environ avant la maturité, ce qui placerait l'époque critique de la sexualisation *un an* plus tôt que la date proposée par BROEKMANS.

BROEKMANS [4] et BREDAS [3] s'accordent à attribuer l'*avortement ultérieur* des inflorescences femelles à une *saison sèche* marquée et à attribuer, à maturité complète, une importance très limitée (10 %) à cet avortement sur la production des régimes. L'avortement ne serait important que sur : a) certains Déli mal acclimatés, b) sur Dura et Ténéra au cours des premières années de production. Par contre ces auteurs diffèrent sur l'époque critique de l'avortement. Pour BROEKMANS [4] la période critique aurait lieu 8 mois 1/2 à 11 mois avant la récolte, tandis que pour BREDAS [3] la période critique aurait lieu *un an* plus tôt, soit 20 mois 1/2 à 23 mois avant la récolte.

Les théories de BROEKMANS [4] et BREDAS [3], très sérieusement documentées, ont beaucoup de points communs et notre attention a été attirée par les décalages de *un an* entre les périodes critiques trouvées, pour la sexualisation et l'avortement ultérieur, par les chercheurs du WAIFOR et du Yangambi. La notion de « *déficit de saturation* » est elle-même liée à celle d'*insolation* intense. D'autre part le climat équatorial peu différencié de Yangambi n'a pas de points communs avec le climat semi-tropical fortement caractérisé du WAIFOR, et cette divergence peut expliquer des réactions différentes du végétal.

On notera, d'autre part, que certains travaux cités ne font pas une distinction nette entre les fluctuations saisonnières et les fluctuations annuelles de la production. Ainsi l'effet de l'*insolation* (ou du *déficit de satu-*



ration) sur la sexualisation peut, semble-t-il, jouer sur les deux catégories de fluctuations, ou sur une seule d'entre elles, sans que celle-ci soit bien définie.

## 2. Travaux antérieurs sur les facteurs climatiques des fluctuations saisonnières de la production.

HENRY [6, 7, 8] signale, en 1955, l'existence d'une ébauche florale dès la septième feuille et estime que chaque feuille doit être considérée comme un *individu distinct* sur le plan productif.

BROEKMANS [4] constate, en 1957, que la production foliaire *annuelle* est, apparemment, indépendante des variations climatiques, mais que les fluctuations climatiques *saisonnières* peuvent, dans le cas d'une saison sèche prolongée, influencer sur la répartition mensuelle de la production foliaire et, de façon incidente, sur les variations saisonnières de la production de régimes.

BROEKMANS montre que la production foliaire passe, au WAIFOR, par un minimum en fin de grande saison sèche (février), puis par un maximum dès la reprise des pluies (mars à mai), et reste relativement stable de juin à novembre, pendant la saison des pluies. L'auteur trouve une bonne corrélation entre la durée du minimum de production foliaire et la pluviométrie *cumulée* de novembre à mai. Rappelons que le climat du WAIFOR est caractérisé par : a) quatre mois de grande saison sèche (novembre à février), b) puis trois mois à pluviométrie moyenne (mars à mai), c) et enfin la grande saison des pluies (juin à octobre).

BREDAS et SCUVIE [3], en 1960, trouvent qu'à Yanguambi, où le climat équatorial est peu différencié et ne présente pas de saison sèche importante, il n'a pas été possible de mettre en évidence de relation nette entre le climat et la production foliaire. Les fluctuations annuelles de la production foliaire, à âge égal, sont faibles. Les fluctuations mensuelles, citées pour Yanguambi, n'excèdent pas 39 % de la moyenne mensuelle, alors qu'à Pobé, par exemple, ces fluctuations atteignent 65 % de la moyenne mensuelle [12].

Nous nous référons, enfin, à la synthèse rédigée en 1943 par RANCOULE [12] sur les observations biologiques conduites par RANCOULE et ALIBERT à Pobé de 1935 à 1941. Ce document a, malheureusement, reçu de la part du Gouvernement Général de l'A.O.F. une diffusion très réduite. Les conditions climatiques de Pobé, définies par RANCOULE, paraissent assez semblables à celles du WAIFOR, principalement au point de vue longueur de la saison sèche. WAIFOR paraît, toutefois, favorisé par une saison des pluies beaucoup plus importante qu'à Pobé (1.780 mm de pluviométrie annuelle au WAIFOR contre 1.251 mm à Pobé).

Les conclusions de RANCOULE, au point de vue production foliaire, corroborent exactement celles de BROEKMANS. Des travaux récents de GASCON, à La Mé, travaux non publiés, nous permettent donc de considérer comme établi que la production foliaire

s'arrête momentanément à la suite d'une saison sèche sévère, mais que la production foliaire annuelle n'est, apparemment, pas affectée par cet arrêt momentané.

RANCOULE constate [12] que ce sont les feuilles apparues en saison des pluies qui fournissent le plus grand nombre de fleurs ♀ et formule des observations intéressantes sur la répartition mensuelle des ces inflorescences femelles, répartition que nous appelons le « cycle femelle » moyen. D'après l'auteur, les fluctuations saisonnières du cycle femelle, en fonction du mois d'apparition de la feuille correspondante, suivent étroitement, à Pobé, les pluviosités des mois d'apparition de la feuille. On entend par date d'apparition de la feuille, la date où la feuille se détache de la flèche.

RANCOULE constate aussi [12] qu'il existe un rapport marqué entre l'époque d'apparition de la feuille et la *durée d'évolution* du régime qui se développe à son aisselle. Cette durée d'évolution présente, en moyenne, un cycle annuel très bien défini que nous appelons le « cycle d'évolution ». L'auteur remarque, enfin, que ce même cycle se retrouve à tous les stades de la fructification avec un décalage en jours constant entre chaque stade : déchirement de la spathe, floraison, véraison et maturité.

Il s'écoule, par exemple à Pobé, de 405 jours pour les feuilles apparues en avril, à 505 jours pour les feuilles apparues en août, entre la date d'apparition de la feuille et la maturité du régime correspondant. Cette différence de *cent jours* dans le temps d'évolution de l'inflorescence ♀ conditionne largement les fluctuations saisonnières de la production, ainsi que l'I. R. H. O. l'a montré [11] : « On trouve ainsi, par exemple, que les feuilles ouvertes en novembre, décembre et janvier auront leurs régimes mûrs au mois de mars, c'est-à-dire que les feuilles qui s'ouvrent pendant 3 mois contribueront à la production d'un *seul mois*. » Inversement les feuilles ouvertes de mai à août, soit quatre mois, auront leurs régimes mûrs *éparpillés* de juin à janvier, soit sur huit mois.

Ces observations conduisent, en 1958, l'I.R.H.O. [11] à écrire que le rythme annuel de l'évolution de l'inflorescence se marque par un phénomène qui se place avant l'ouverture de la spathe, et que ce phénomène est la grande période de croissance de l'inflorescence. L'I. R. H. O. trouve, enfin, une corrélation négative très forte entre la température ambiante, prévalant le mois de l'apparition de la feuille et la durée d'évolution du régime correspondant.

Il semble donc que la *température* joue un rôle important dans les fluctuations *saisonnières* de la production du palmier et cette observation rejoint les travaux d'HENRY sur la croissance de la plantule d'Elaeis. HENRY [9] montre, en 1957, qu'une température de 15° inhibe totalement la croissance de la plantule, pour laquelle elle est subléthale. A la température de 17°5, la croissance est trois fois moins rapide qu'à 20° et sept fois moins rapide qu'à 25°C. L'auteur estime que la croissance optima est obtenue à 28°C.

En conclusion de ce rapide exposé des travaux antérieurs, il nous est apparu que les fluctuations saisonnières de production ne sont pas nécessairement provoquées de la même façon, du moins en apparence, par les composantes climatiques que les fluctuations annuelles de production. Il paraissait donc utile de définir les facteurs climatiques responsables des fluctuations saisonnières avant d'aborder l'étude des fluctuations annuelles.

### 3. Méthode d'investigation proposée pour la détermination des composantes climatiques des fluctuations saisonnières de la production.

BERNARD [1], traitant des fluctuations de rendement du palmier à huile, écrivait en 1950 : « ce problème est le plus complexe qu'il soit possible de poser en écoclimatologie car les fluctuations de rendement d'une plante pérenne, comme le palmier, résultent de l'intégration cumulative par le végétal d'un complexe d'évolution de facteurs physiques, chimiques et biologiques ».

Nous avons vu que l'étude des fluctuations annuelles a permis de trouver des corrélations diverses entre certains facteurs climatiques et les fluctuations de production. Cependant ces corrélations sont, croyons-nous, trop nombreuses, et de plus, ne sont pas généralisables aux diverses situations climatiques. Ceci n'a rien d'étonnant, étant donné que ces variations sont sous la dépendance de phénomènes pouvant se passer jusque 40 mois avant la maturité.

Il nous est apparu que l'étude des variations saisonnières, basée sur la *moyenne* d'un nombre *suffisant* d'années, devrait permettre d'éliminer les causes acycliques de variation. Nous avons donc établi des cycles moyens (climatiques et productifs) pour huit Stations jouissant de climats divers et avons cherché des relations *communes* entre ces divers cycles.

Le fait que les théories de BROECKMANS et de BREDAS ne divergent que d'un an, pour la localisation des époques critiques de la sexualisation et de l'avortement ultérieur, paraissait en faveur de notre méthode, qui fait disparaître ces divergences. Nos cycles moyens (cycle de productivité et cycles climatiques) ne couvrent, en effet, que *douze mois*.

Il nous est apparu que l'on serait, vraisemblablement, mieux documenté pour aborder l'étude des variations annuelles quand on connaîtrait, au préalable, les composantes climatiques des fluctuations saisonnières de la production.

#### a) Populations de référence.

Le choix des populations de référence, pour une telle étude comparative, est extrêmement important de façon à éliminer, autant que possible, tous facteurs non climatiques.

Du point de vue chimique, il nous est apparu suffisant de nous limiter à l'étude de populations suivies par le diagnostic foliaire, et ne présentant pas de

carence caractérisée. A titre de contrôle de l'influence d'une carence éventuelle sur la forme du cycle productif, nous avons appliqué la méthode des cycles à l'expérience de Dabou CP1 pour la période 1947 à 1951.

Pendant cette période les parcelles (+ K) ont produit 74 % de régimes, de plus que les parcelles témoins. Or les cycles productifs, estimés en nombre de régimes ce mois, en % de la moyenne mensuelle des diverses parcelles, sont bien synchronisés bien que l'amplitude des oscillations saisonnières soit différente suivant les traitements. Le témoin (carencé en K) présente la pointe relative de production la plus élevée (193 % de la moyenne mensuelle contre 147 % pour les parcelles K). Ce même témoin présente également le « creux » de production le plus accentué (34 % contre 59 % pour les parcelles K). Il semble donc qu'une carence extrêmement caractérisée ne modifie pas l'allure générale du cycle productif, mais augmente seulement l'amplitude des fluctuations.

Pour évaluer l'erreur imputable à des divergences de densité de plantation, nous avons appliqué la méthode des cycles à trois expériences de densité : a) la première à Johore Labis en Malaisie, b) la deuxième à La Mé, c) la troisième située dans la palmeraie naturelle de Grand-Drewin. Nous avons été frappés par la très grande similitude des cycles productifs d'une même station, indépendamment de la densité qui variait de 96 à 184 palmiers par hectare. Certes, des divergences sont apparues entre cycles productifs des diverses densités de plantation, mais elles sont mineures. Les pointes de production semblent à peu près indépendantes de la densité, et ceci pour des insulations très diverses. Les creux de production tendent à être retardés de un à deux mois en passant de la densité 180 à 115, mais nous verrons que le « creux » de production est beaucoup moins bien localisé, pour une situation climatique donnée, que la « pointe » de production. Bien que les divergences de cycle imputables aux différences de densité soient à peu près négligeables, nous nous sommes limités, pour le choix de nos populations de référence, à des populations plantées à la densité standard de 136 à 143 palmiers/ha.

Nous avons également limité notre choix à des populations Dura et Ténéra de potentiel productif comparable. Cette restriction a été provoquée par certaines divergences entre les cycles productifs des vieilles cultures de plus de 20 ans et les cycles productifs de plus jeunes cultures (7 à 15 ans). La « pointe » de production paraît avancée d'un mois ou deux pour les vieilles cultures, et le minimum de production paraît avancé de 4 à 5 mois, mais l'ensemble du cycle garde sa forme générale. Il est d'ailleurs douteux que les divergences signalées ci-dessus entre « vieilles cultures » et « jeunes cultures » soient imputables à des causes génétiques. En effet, quand les vieilles cultures de Pobé et La Mé étaient plus jeunes, leurs cycles productifs étaient superposables aux cycles des jeunes cultures actuelles, mais comme les insulations n'étaient pas enregistrées à l'époque, il est impossible de conclure avec certitude.



Nous avons également limité notre choix à des populations entretenues suivant des méthodes équivalentes. Nous n'avons pas étudié l'effet de l'entretien sur la forme du cycle productif, mais *a priori* nous pensons que l'entretien a une influence réduite, comparable à celle des engrais.

Enfin, et surtout, nous avons examiné les variations saisonnières de la production de régimes pour plusieurs populations de chaque station et n'avons retenu que les populations représentatives des conditions locales. Comme BROEKMANs l'a signalé, nous avons constaté que les très jeunes cultures, de moins de sept ans, présentent parfois des fluctuations de production qui sont légèrement déphasées par rapport aux fluctuations des cultures plus âgées. Nous avons donc évité d'en tenir compte. Nous avons également constaté que certains blocs présentent des fluctuations saisonnières de rendement qui ne sont pas représentatives de celles de la station. En général ces blocs jouissent d'une situation très particulière, par exemple : bas-fond supposant une meilleure utilisation de l'eau. De telles populations doivent être évitées pour une étude d'ensemble, bien que l'étude des conditions précises de l'habitat du palmier dans de tels blocs atypiques serait fort instructive.

#### b) Données climatiques.

Le choix des données climatiques à prendre en considération dans une telle étude mérite discussion. On sait que l'humidité du sol, la température, la lumière, les mouvements de l'air et la pression atmosphérique forment, grâce à la superposition de leurs cycles périodiques, le climat du lieu.

Nous avons éliminé l'humidité du sol parce que : a) sa mesure n'est pas courante, b) son interprétation doit être liée aux diverses propriétés physiques du sol, ce qui entraîne fort loin. Nous nous sommes donc limités à l'étude de la *pluviosité* mensuelle, dont la valeur pratique n'est plus à montrer. Puis, reprenant les travaux de Devuyt sur la « pluie utile », nous avons été amenés à en changer la définition tant pour des considérations théoriques qui sortent du cadre de cette note, que par suite de tâtonnements progressifs. Dans le cycle pluviométrique moyen d'un lieu, nous estimons que la *pluie utile* pour l'Elaeis est limitée, en moyenne, à un total de 400 mm pour deux mois consécutifs, c'est-à-dire à 200 mm par mois en saison des pluies. En saison sèche, après un mois de 50 mm de pluie, nous limitons donc, pour le mois suivant la pluie utile à 350 mm, ce qui est, en fait, déjà considérable et excède souvent la capacité de rétention des sols.

Il est généralement admis que la deuxième variable climatique est la *température* par suite de son rôle profond dans tous les processus chimiques, physiques et biologiques. Pour cette étude préliminaire, nous nous sommes limités aux relevés de température « climatique ou d'ambiance » [2], mesurés sous abri, à 1,50 m du sol, ce qui restreint leur signification écologique. Si

nous en jugeons d'après les corrélations étroites trouvées par l'I. R. H. O. [11] entre la durée d'évolution de l'inflorescence et la température ambiante, et celles trouvées par HENRY entre croissance de la plantule et température ambiante, il semble bien que le palmier réagisse vigoureusement à des augmentations de température ambiante relativement faibles, du moins dans certaines limites. On peut donc se demander le degré de précision qu'il est possible d'attribuer à des températures mesurées à 1,50 m du sol pour des arbres âgés dont la couronne est à 12 ou 15 m de haut. Cette question devra certainement être élucidée avant de tirer des conclusions définitives de la méthode des cycles. Néanmoins, pour cette étude préliminaire, nous nous contenterons des : a) moyennes mensuelles de températures maxima, b) moyennes mensuelles de températures minima, mesurées sous abri à 1,50 m du sol.

La troisième et dernière variable prise en considération est l'*insolation*, telle que mesurée par le solarmètre CAMPBELL. Comme SCHIMPER [13] l'a montré dès 1903, lumière et humidité fournissent les matériaux essentiels à la synthèse végétale, tandis que la température fournit les conditions de travail nécessaires. Nous avons donc établi, pour chaque station, le cycle moyen des insolutions mensuelles.

#### c) Composantes de la production.

Nous avons étudié l'influence des fluctuations saisonnières des cycles climatiques sur : a) les fluctuations saisonnières moyennes du *nombre de régimes* produits exprimé en % de la moyenne mensuelle, b) les fluctuations saisonnières moyennes du *poids moyen* du régime également exprimé en % de la moyenne. Ces cycles moyens (climatiques et productifs) ont été établis sur la moyenne mensuelle de chaque variable pour 4 ou 5 années consécutives. Certes la durée de cette période de référence est insuffisante pour supprimer tous les accidents acycliques, et il est vraisemblable que la méthode des cycles ne permettra de tirer des conclusions définitives que quand la période de référence pourra être étendue sur six ou sept années. Néanmoins les conclusions préliminaires qu'on peut déjà tirer paraissent suffisamment probantes pour justifier une publication.

Après étude détaillée, nous avons abandonné le cycle du poids moyen du régime comme variable représentative des fluctuations saisonnières de la production, et ceci pour les raisons suivantes : a) le calcul statistique montre que les variations enregistrées en moyenne, sont rarement significatives, sauf pour certaines stations à climat très caractérisé, b) le poids du régime présente, en moyenne mensuelle, des fluctuations de faible amplitude ( $\pm 12\%$ ), c) nous avons pu confirmer l'existence d'une compétition (poids de régime/nombre de régimes) qui enlève toute signification climatique aux fluctuations moyennes saisonnières du poids de régime.

On constatera, par exemple pour Dabou (graphique n° 1) que le poids du régime subit, en dehors des périodes de pointe de production, les mêmes influences climatiques que le nombre de régimes. Par contre, à l'approche de la pointe de production, le poids de régime baisse pour remonter dès que le nombre de régimes s'affaisse. Cette compétition (poids moyen du régime/nombre de régimes) a déjà été signalée par d'autres chercheurs, en particulier BREDAS et SCUVIE [3] et peut être considérée comme définitivement établie.

En définitive, pour cette étude préliminaire, nous nous sommes limités à consigner les conclusions que suggère la comparaison des cycles climatiques et des *cycles productifs*, ces derniers étant représentés par la variation saisonnière du nombre de régimes produits, nombre exprimé en % de la moyenne mensuelle de la culture étudiée.

#### d) Validité statistique des cycles.

On trouvera, en annexe, le cycle productif et le cycle climatique de chaque station étudiée (tableaux III à X). Nous avons examiné la validité statistique des moyennes ainsi établies et constaté que, pour nos stations africaines, à climat sub-tropical bien caractérisé, les cycles moyens présentent des fluctuations saisonnières généralement significatives.

Par contre pour Johore Labis (Malaisie), jouissant d'un climat équatorial fluctuant et peu différencié en moyenne, les cycles moyens ne présentent de variations significatives que pour les pointes (ou maxima) et les creux (ou minima).

#### e) Représentation graphique des cycles moyens.

Le graphique n° 1 montre, à titre d'exemple, le mode de représentation graphique des cycles moyens que nous avons utilisé pour chaque station.

Les pluviosités mensuelles portées sur le graphique sont les pluviosités « réelles », la pluviosité « utile » n'étant prise en considération que dans l'étude des corrélations climat/productivité. Le choix d'une échelle comparative pour les insolation et la pluviométrie a fait l'objet de tâtonnements considérables, de façon à trouver la formule qui se prête le mieux à la lecture et à l'interprétation « intégrée » des graphiques.

Nous verrons plus loin que les seules corrélations probantes trouvées entre le cycle saisonnier de la productivité et les composantes climatiques mettent en cause d'une part la *température* et d'autre part le quotient de l'*insolation*  $I$  par la *pluviométrie utile*  $P_u$ , quotient défini par le rapport  $\frac{I}{P_u}$ . Nous avons donc adopté, pour la représentation graphique des composantes climatiques  $I$  et  $P$ , une échelle comparative correspondant aux conditions moyennes du lieu définies par le rapport moyen annuel  $\frac{I}{P_u}$ . Ce rapport est de 1,25 pour Dabou, ce qui revient à dire qu'à une insolation mensuelle de 125 heures correspond une pluviométrie utile mensuelle de 100 mm, cette corres-

pondance définissant les conditions moyennes du lieu.

Nous avons hachuré dans un sens l'excédent apparent d'insolation par rapport à la pluviosité et, dans l'autre sens, l'excédent apparent de pluviosité par rapport à l'insolation.

La partie du graphique qui comporte des hachures *croisées* représente donc les conditions équilibrées pour le milieu. Ces conditions équilibrées sont, en principe, des périodes favorables à la végétation ou, pour employer une terminologie paysanne, « du temps de pousse ».

L'examen de ces graphiques est extrêmement instructif et il est ainsi possible d'évaluer, pour chaque situation, une relation entre chaque accident climatique moyen et les fluctuations moyennes de production.

### 4. Résultats préliminaires obtenus par la méthode des cycles.

Cette étude porte sur l'examen des cycles productifs et climatiques de huit stations (trois en Côte d'Ivoire, une au Dahomey, une au Cameroun, deux situées dans des climats très différents de la République du Congo, et une en Malaisie du Sud). Ces cycles sont établis sur des périodes de référence de 4 à 5 ans ce qui est insuffisant et donne aux conclusions qu'on peut en déduire un caractère préliminaire.

Des corrélations ont été établies entre, d'une part, la variation de la production mensuelle et, d'autre part, la donnée climatique considérée.

Ces corrélations ont été établies, pour chaque station, avec des décalages variant de 0 à 5 mois de façon à encadrer le décalage « optimum », c'est-à-dire celui qui fournit la corrélation moyenne la plus élevée. Ces corrélations sont indiquées dans le tableau n° I, p. 532.

#### a) Insolation.

On constate, entre stations, une dispersion considérable des décalages, évalués, en mois entre la corrélation optima et la production. Il semble donc, en admettant une dispersion raisonnable de  $\pm 1$  mois, que la corrélation entre insolation et production varie, suivant les stations, de 0,296 à 0,781 pour un décalage de 1 à 3 mois.

#### b) Pluviométrie utile.

Une corrélation négative variant de — 0,291 à — 0,816 apparaît nettement avec un décalage de 2 à 4 mois entre la pluviométrie et la production.

#### c) Température maxima.

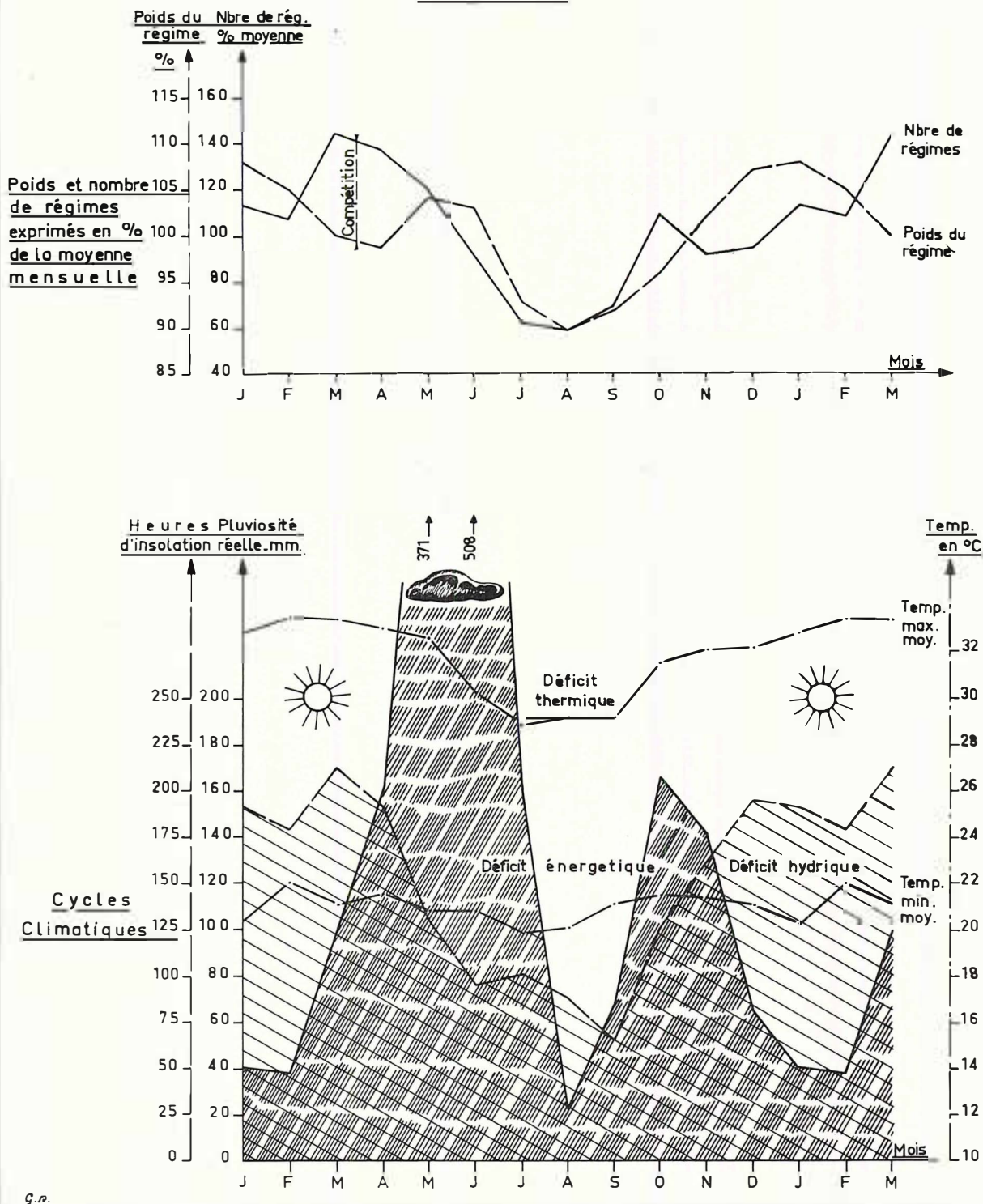
Une corrélation directe de 0,423 à 0,866 apparaît pour les stations, entre la température maxima et la production avec un décalage de 1 à 3 mois.

#### d) $I/P_u$ .

Une corrélation directe de 0,198 à 0,855 est trouvée entre le rapport  $I/P_u$  et la production avec un décalage de 2 à 4 mois.



# **CYCLES MOYENS DE DABOU** **GRAPHIQUE N°1**



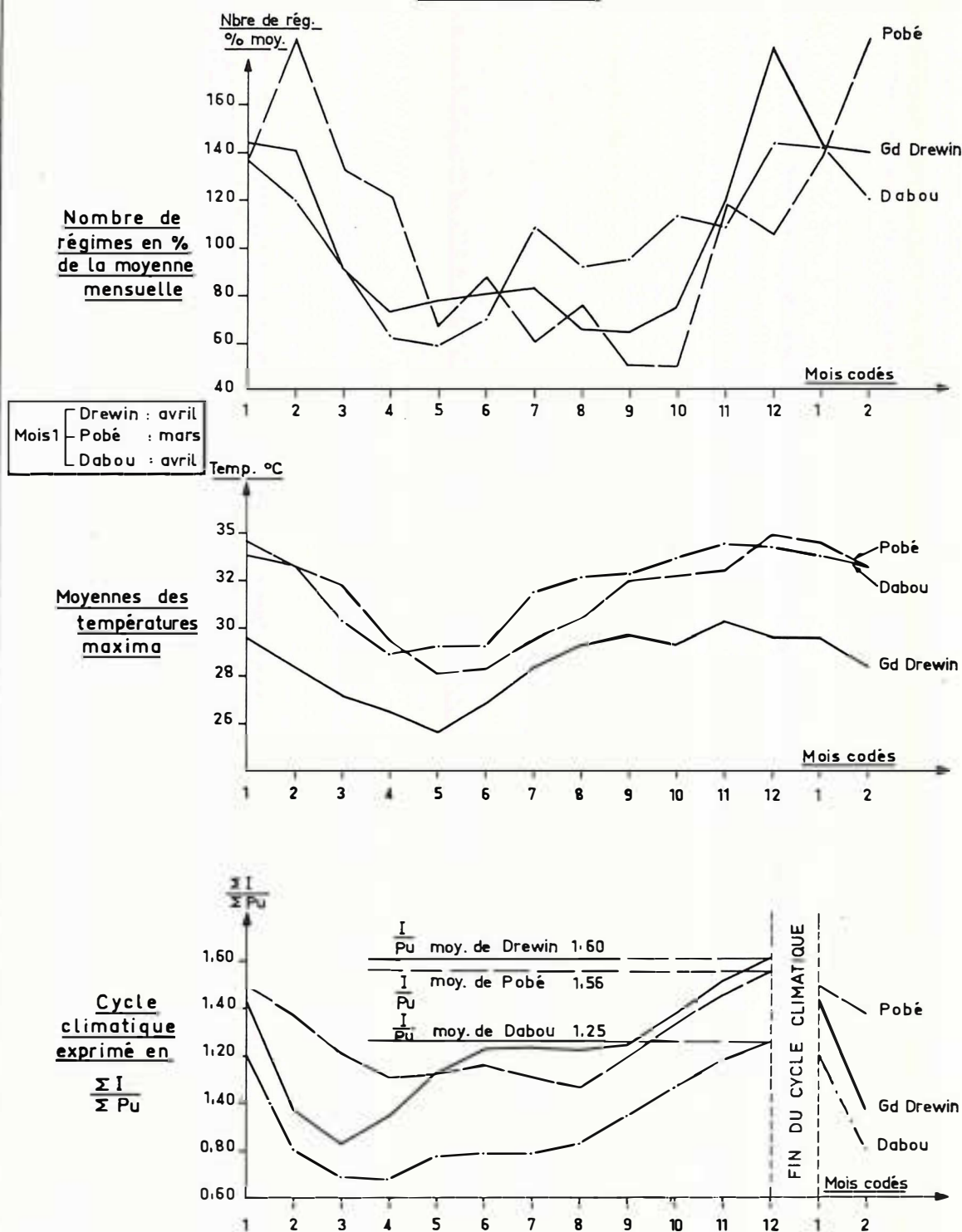
e)  $\frac{\sum I}{\sum Pu}$ . La constance du décalage de la corrélation  $\frac{\sum I}{\sum Pu}$  et de la production paraît remarquable. Avec

un décalage fixe de deux mois, la corrélation varie de 0,538 à 0,908, si on excepte le cas très spécial de Sibiti.

## **5. Discussion.**

Il semble donc que la corrélation trouvée en 1958

# CYCLES MOYENS DE DREWIN, POBÉ, DABOU GRAPHIQUES N°2



par l'I. R. H. O. à Pobé entre, d'une part, la température moyenne prévalant pendant le mois d'apparition de la feuille et, d'autre part, le délai d'évolution de l'inflorescence femelle et, incidemment, les fluctua-

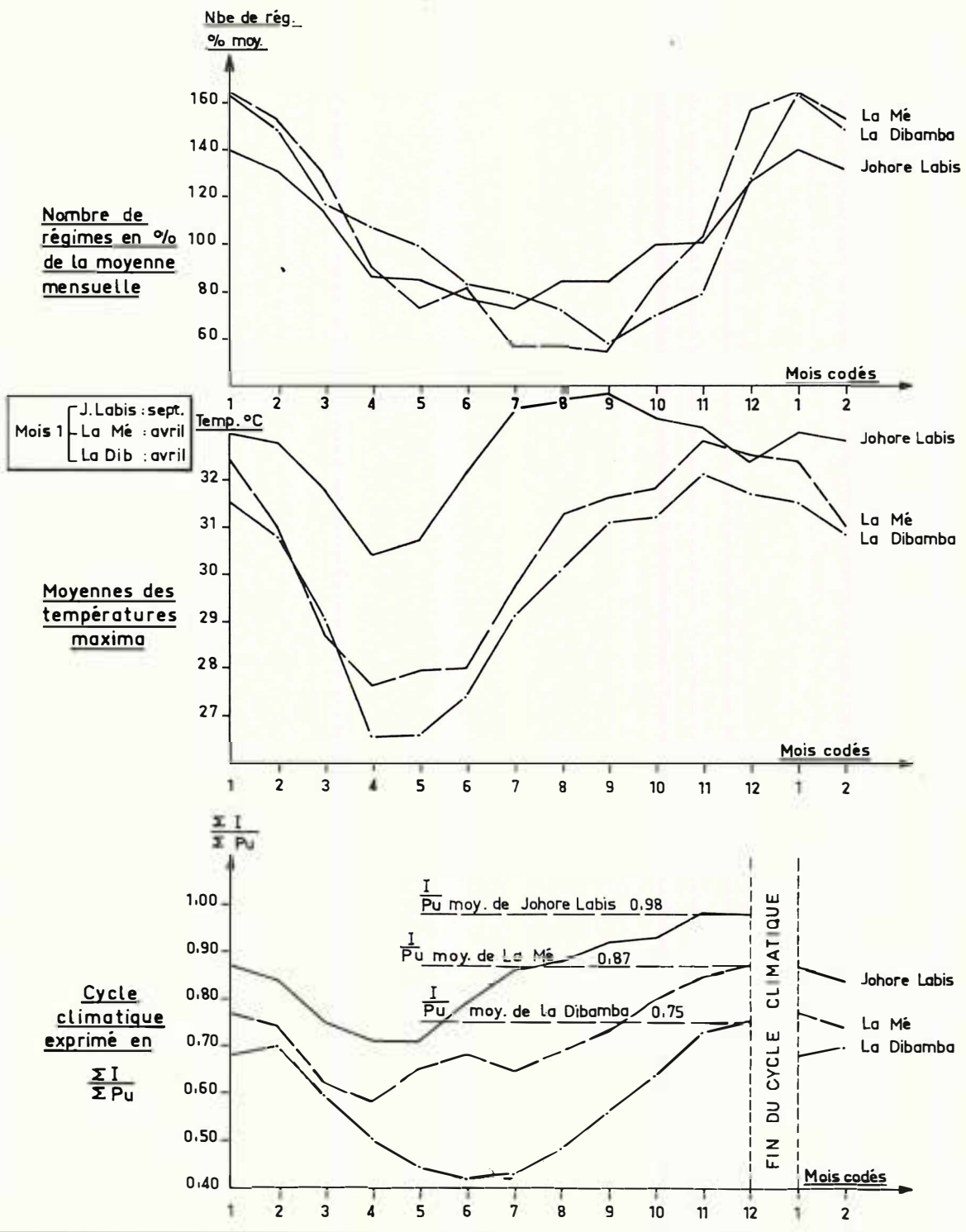
tions saisonnières de production, se trouve corroborée par une corrélation directe entre le cycle des températures maxima et le cycle de productivité.

Cette corrélation directe et étroite entre le cycle de



## CYCLES MOYENS DE LABIS, LA MÉ, LA DIBAMBA

## GRAPHIQUES N°3



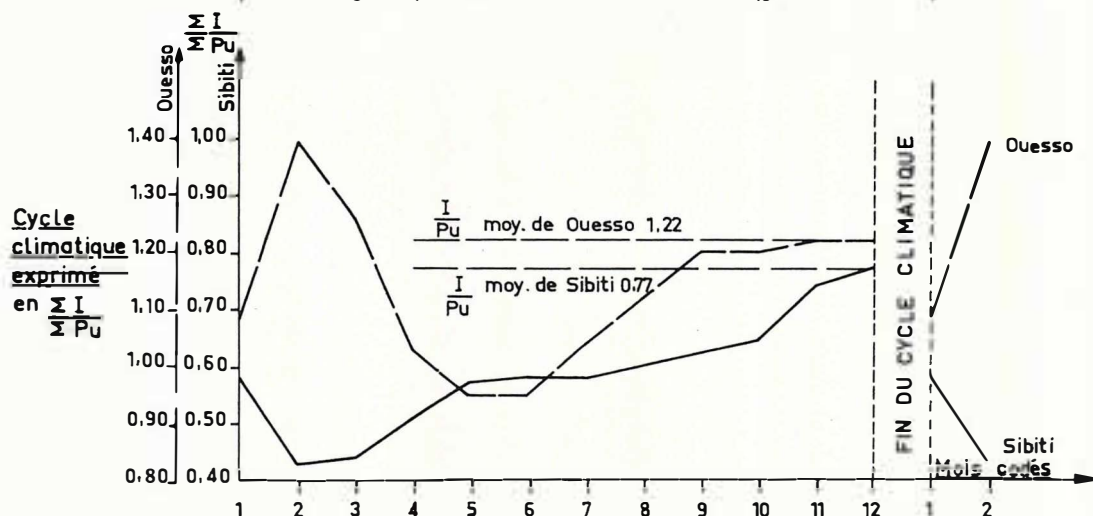
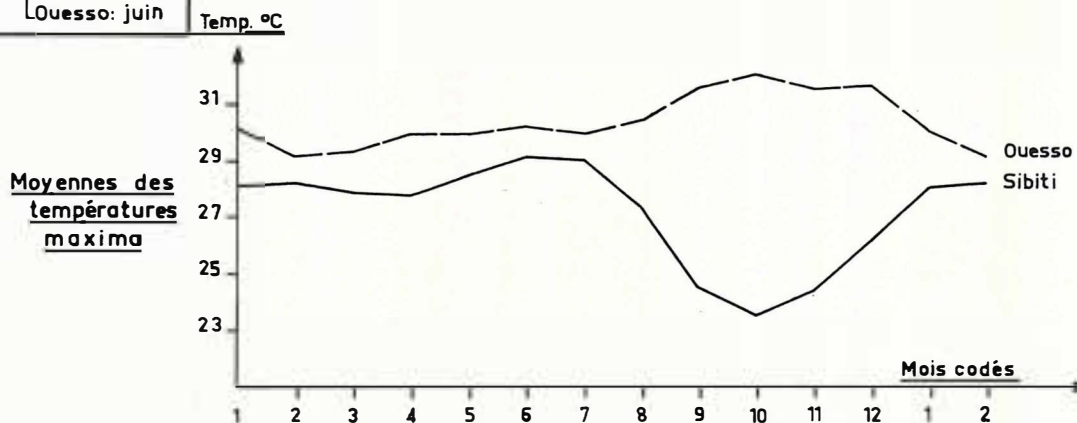
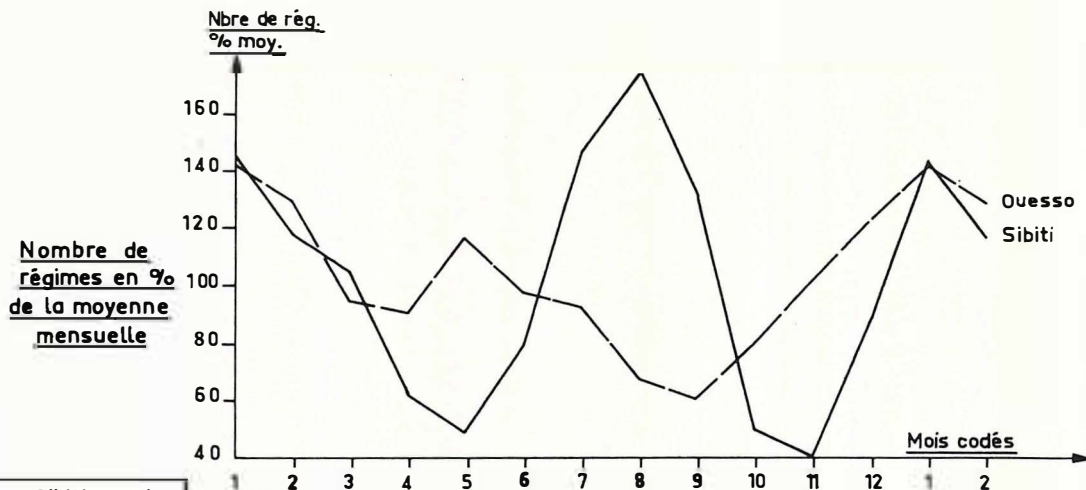
température et le cycle de productivité suggère que le palmier à huile subit, comme la plupart des espèces pérennes, une période d'hivernage où sa production se

ralentit, parce que les conditions « de travail » définies par SCHIMPER ne sont plus remplies.

Il nous reste toutefois à examiner le cas particulier

## CYCLES MOYENS DE SIBITI ET OUESSO

## GRAPHIQUES N°4



de Sibiti qui jouit de conditions climatiques très spéciales.

Sibiti présente, en moyenne, deux pointes inégales

de production : la grande pointe (175 %) en mai fait suite au semestre le plus chaud et est, très vraisemblablement, due à cette élévation de température. Mais



TABLEAU N° I

	G. D.	DA	LM	PO	SI	LD	JL	OU	Observations
Ins. a)	0	0,274	<b>0,770</b>	0,363	0,227	0,196	—0,073	—0,466	—0,222
	1	0,465	0,725	0,643	0,497	<b>0,296</b>	0,250	—0,074	0,229
	2	0,577	0,608	<b>0,693</b>	0,671	0,219	0,565	0,204	0,536
	3	<b>0,583</b>	0,322	0,600	<b>0,736</b>	—0,021	0,781	0,533	<b>0,552</b>
	4	0,552	—0,106	0,481	0,559	—0,070	<b>0,814</b>	0,682	0,515
	5	0,342	—0,378	0,239	0,256	0,099	0,635	<b>0,686</b>	0,490
Pu b)	0	0,082	0,246	0,448	0,406	0,377	0,646	0,210	0,282
	1	—0,438	—0,393	0,130	—0,049	0,373	0,147	—0,323	0,582
	2	<b>—0,464</b>	<b>—0,792</b>	—0,116	—0,519	—0,029	—0,464	—0,665	0,251
	3	—0,064	—0,619	—0,192	—0,451	<b>—0,403</b>	<b>—0,816</b>	<b>—0,734</b>	—0,334
	4	+0,287	—0,266	<b>—0,291</b>	<b>—0,528</b>	—0,243	—0,779	—0,594	—0,677
	5	+0,298	+0,176	—0,264	—0,353	0,366	—0,512	—0,263	<b>—0,721</b>
									—0,244
Tm c)	0	0,385	<b>0,937</b>	0,382	0,403	0,314	0,097	—0,207	—0,333
	1	0,581	0,819	0,736	0,706	<b>0,521</b>	0,435	0,075	0,296
	2	0,581	0,553	<b>0,866</b>	<b>0,796</b>	0,225	0,672	0,279	<b>0,570</b>
	3	<b>0,646</b>	0,161	0,824	0,644	—0,231	<b>0,771</b>	0,423	0,545
	4	0,505	—0,152	0,632	0,437	—0,344	0,715	<b>0,447</b>	0,462
	5	0,202	—0,302	0,271	0,098	—0,016	0,496	0,300	0,386
I/Pu d)	0	0,076	0,008	—0,294	—0,352	—0,215	—0,451	—0,389	—0,437
	1	<b>0,676</b>	0,415	0,029	0,187	0,097	0,058	0,141	—0,626
	2	0,467	<b>0,831</b>	0,161	0,431	0,113	0,618	0,496	—0,251
	3	0,264	0,567	<b>0,225</b>	0,619	<b>0,198</b>	<b>0,855</b>	<b>0,667</b>	0,375
	4	—0,160	0,134	0,149	<b>0,817</b>	—0,109	0,709	0,619	0,702
	5	—0,319	—0,285	0,123	0,370	—0,423	0,437	0,371	<b>0,807</b>
									0,314
$\Sigma I$ $\Sigma Pu$ e)	0	0,452	0,764	0,427	0,447	—0,270	0,467	0,187	0,065
	1	<b>0,737</b>	<b>0,896</b>	0,812	0,811	0,089	0,791	0,657	0,106
	2	0,634	0,672	<b>0,896</b>	<b>0,908</b>	<b>—0,352</b>	<b>0,908</b>	<b>0,851</b>	0,538
	3	0,335	0,141	0,747	0,633	0,224	0,740	0,805	<b>0,744</b>
	4	0,150	—0,663	0,453	0,279	—0,239	0,375	0,509	0,416
	5	0,106	—0,663	0,054	—0,138	—0,652	—0,061	0,137	0,035

*Coefficients de corrélation*  
a) Insolation = Nombre de régimes — Insolation  
b) Pu = Nombre de régimes — Pluies utiles  
c) tm = Nombre de régimes — Température maxima  
d) I/Pu = Nombre de régimes — Rapport Insolation à Pluies utiles  
e)  $\Sigma I$   
 $\Sigma Pu$  = Nombre de régimes — Rapport de la somme des insolation à la somme des pluies utiles.

Les corrélations maximales sont en gras.

TABLEAU N° II

**Correspondance entre les pointes de production**  
**et, d'une part les pointes de températures, d'autre part la fin du cycle**  $\frac{\Sigma I}{\Sigma Pu}$

Station	$\frac{I}{Pu}$ moyen	Fin du cycle $\frac{I}{Pu}$	Pointe de production	Pointe de température
Drewin .....	1,60	mars	mars	février
Pobé .....	1,56	février	avril	février
Dabou .....	1,25	mars	mars	février
Ouessou .....	1,22	mai	juin	mars/mai
Labis .....	0,98	août	septembre	mai
La Mé .....	0,87	mars	avril	février/avril
La Dibamba .....	0,75	mars	avril	février
Sibiti .....	0,77	septembre	octobre (1) mai (2)	mars/avril

que dire de la petite pointe de production (143 %) d'octobre ? Cette petite pointe de production fait suite à la période la plus froide (les températures minima sont enregistrées à Sibiti de juillet à septembre) et se produit au moment précis où les températures redeviennent normales pour le palmier. Il semble donc que la température ne soit pas le seul facteur déterminant dans la pointe de production et il convient d'examiner l'effet complémentaire éventuel du rapport  $\frac{I}{P_u}$  dont les fluctuations sont également liées étroitement au cycle de productivité.

Quand on examine les cycles moyens donnés, en

annexe, station par station, on est frappé de trouver une bonne relation entre l'époque du maximum du

rapport  $\frac{I}{P_u}$  et l'époque de la pointe de production, mais

par suite des saisons sèches, ce rapport présente des fluctuations mensuelles si aiguës que les variations de ce rapport sont, parfois, difficilement interprétables. Un examen détaillé des fluctuations suggère que la plante intègre ces fluctuations aiguës et n'est sensible qu'à

une fonction cumulée du rapport  $\frac{I}{P_u}$ . Puisque notre méthode est basée sur le cycle annuel moyen, il fallait

TABLEAU N° III

## GRAND DREWIN

Situation : Côte d'Ivoire (Sassandra) Longitude : 6° 05' W Latitude : 4° 57' N Altitude : 5 m  
CYCLES CLIMATIQUES ET CYCLES PRODUCTIFS MOYENS

Mois	Insolation (1956-60)		Pluviométrie (1954-60)			I Pu		Temp. moyen. (1956-60)		Cycles productifs : (Cult. 1948-49) (1956-60) <i>en % moyenne mens.</i> Nbre de régimes
	Ce mois	A ce jour	Réelle	Utile :		Ce mois :	A ce jour	min.	Max.	
				Ce mois	A ce jour					
n° 1 avril ...	<b>223 M</b>	223	157	157	157	1,42	1,42	23,6	29,6	144 %
2 mai ...	166	389	394	(243)	400	0,68	0,97	23,6	28,4	141 %
3 juin ...	<b>107 m</b>	496	<b>461 M</b>	(200)	600	<b>0,53 m</b>	0,83	22,9	27,2	92 %
4 juil. ....	138	634	71	71	671	1,94	0,94	22,1	26,5	<b>73 %</b>
5 août ...	139	773	<b>18 m</b>	18	689	<b>7,72 M</b>	1,12	<b>21,3 m</b>	<b>25,7 m</b>	78 %
6 sept. ..	124	897	47	47	736	2,64	1,22	22,2	26,8	81 %
7 oct. ...	202	1.099	161	161	897	1,26	1,23	22,8	28,3	<b>83 %</b>
8 nov. ...	215	1.314	<b>180 M</b>	180	1.077	<b>1,19 m</b>	1,22	23,1	29,3	66 %
9 déc. ...	221	<b>1.535</b>	160	160	1.237	1,38	1,24	23,0	29,7	<b>65 % m</b>
10 janvier .	222	1.757	49	49	1.286	4,53	1,37	23,1	29,3	75 %
11 février .	210	1.967	<b>13 m</b>	13	1.299	<b>16,16 M</b>	1,51	<b>23,8 M</b>	<b>30,2 M</b>	118 %
12 mars ..	<b>223 M</b>	2.190	72	72	1.371	3,10	1,60	23,5	29,6	<b>184 % M</b>
Total :	2.190		1.783	1.371		1,60	1,22	22,9	28,4	100 %
Moyen. :	183		149	126						

TABLEAU N° IV

## DABOU

Situation : Côte d'Ivoire (lagune) Longitude : 4° 23' W Latitude : 5° 19' N Altitude : 5 m  
CYCLES CLIMATIQUES ET CYCLES PRODUCTIFS MOYENS

Mois	Insolation (1957-60)		Pluviométrie (1955-60)			$\frac{I}{P_u}$		Temp. moyen. (1958-60)		Cycles productifs (vieux plantation) (1957-60) en % de la moy. mens.	
	Ce mois	A ce jour	Réelle	Utile :		Ce mois	A ce jour	min.	Max.	Nbre de régimes	Poids moy. de régime
				Ce mois	A ce jour						
n° 1 avril ...	191	191	159	159	159	1,20	1,20	21,6	33,0	137 %	99 %
2 mai ...	130	321	371	(241)	400	0,54	0,80	20,8	32,6	120 %	104 %
3 juin ...	95	416	508 M <sub>1</sub>	(200)	600	0,47 m	0,69	20,8	30,3	92 %	103 %
4 juil. ....	101	517	160	160	760	0,63	0,68	19,9 m	28,9 m	62 %	93 %
5 août ...	88	605	21 m	21	781	4,19 M	0,77	20,1	29,2	59 % m	90 % m
6 sept. ....	66 m	671	67	67	848	0,98	0,79	21,1	29,2	70 %	92 %
7 oct. ....	127	798	165 M <sub>2</sub>	165	1.013	0,77 m	0,79	21,5 M	31,5	109 %	96 %
8 nov. ....	163	961	141	141	1.154	1,16	0,83	21,4	32,1	92 %	102 %
9 déc. ....	194	1.155	65	65	1.219	2,98	0,95	21,1	32,2	95 %	107 %
10 janv. ....	191	1.346	40 m	40	1.259	4,77 M	1,07	20,3 m	32,9	113 %	108 % M
11 févr. ....	179	1.525	38	38	1.297	4,71	1,18	22,0 M	33,5 M	108 %	105 %
12 mars ..	213 M	1.738	98	98	1.395	2,17	1,25	21,1	33,4	144 % M <sub>1</sub>	100 %
Total :	1.738		1.833	1.395		1,25		21,0	31,6	100 %	100 %
Moyen. :	145		153	116							



donc situer l'origine du cycle  $\frac{I}{Pu}$ , de façon à pouvoir « cumuler » les composantes climatiques à partir de cette origine. Il était évident qu'un mois particulier du calendrier n'était pas à rechercher, étant donné la diversité des situations climatiques étudiées.

Nous avons formulé diverses hypothèses de travail et la seule qui se soit révélée féconde découle des travaux de WORMER et OCHS [14]. Le palmier contraire-

ment à beaucoup d'autres végétaux ne présente pas de déficit hydrique foliaire plus élevé en saison sèche qu'en saison des pluies, grâce, probablement, à l'efficacité de son contrôle stomatique. On peut donc envisager que le palmier règle son cycle productif à température égale, sur le rapport moyen  $\frac{I}{Pu}$  du lieu, que ce rapport soit élevé (Drewin : 1,6) ou bas (La Dibamba : 0,75). Son cycle climatique moyen, à température égale, com-

TABLEAU N° V

## POBÉ

Situation : Dahomey Longitude : 2° 40' E Latitude : 6° 56' N Altitude : 129 m

CYCLES CLIMATIQUES ET CYCLES PRODUCTIFS MOYENS

Mois	Insolation (1955-60)		Pluviométrie (1955-60)			I Pu		Temp. moyen. (1955-60)		Cycles productifs (Cultures 1950-51) (1957-60) en % de la moy. mens. Nbre de régimes
	Ce mois	A ce jour	Réelle	Utile :		Ce mois	A ce jour	min.	Max.	
				Ce mois	A ce jour					
n° 1 mars	192	192	129	129	129	1,49	1,49	24,0	33,6	138 %
2 avril ...	168	360	132	132	261	1,27	1,38	23,6	32,6	189 % <b>M</b>
3 mai	186	546	191 <b>M</b>	191	452	0,97	1,21	22,7	31,8	133 %
4 juin ...	148	694	171	171	623	0,87 <b>m</b>	1,11	21,8	29,5	122 %
5 juil. ....	100	794	84	84	707	1,19	1,12	21,5	28,1 <b>m</b>	67 % <b>m</b>
6 août ...	98 <b>m</b>	892	61 <b>m</b>	61	768	1,61 <b>M</b>	1,16	21,3 <b>m</b>	28,3	88 % <b>M</b>
7 sept. ...	108	1.000	131	131	899	0,82 <b>m</b>	1,11	22,5	29,5	61 %
8 oct. ....	158	1.158	179 <b>M</b>	179	1.078	0,88	1,07	22,5	30,4	77 %
9 nov. ...	195	1.353	61	61	1.139	3,20	1,19	22,7	32,0	51 %
10 déc. ...	204 <b>M</b>	1.557	21 <b>m</b>	21	1.160	9,71 <b>M</b>	1,34	23,5	32,2	50 % <b>m</b>
11 janv. ...	193	1.750	42	42	1.202	4,60	1,46	23,3	32,4	118 %
12 fév. ...	200	1.950	49	49	1.251	4,08	1,56	24,1 <b>M</b>	33,9 <b>M</b>	106 %
Total :	1.950		1.251	1.251		1,56		22,8	31,2	100 %
Moyen. :	162		104	104						

TABLEAU N° VI

## Composantes climatiques de la production document La Mé n° I

## LA MÉ

Situation : Côte d'Ivoire (fond de lagune) Longitude : 3° 5' W Latitude : 5° 3' N Altitude : 23 m

CYCLES CLIMATIQUES ET CYCLES PRODUCTIFS MOYENS

Mois	Insolation (1954/60)		Pluviométrie (1954/60)			I/Pu		Temp. Moy. (1955/59)		Cycles Product. (1956/60)
	Ce mois heures	A ce jour	Réelle mm.	Utile		Ce mois	A ce jour	min.	Max.	Cult. F1, 1946-50, EI 50 en % de Moy. Mens. Nomb. de régimes
				Ce mois	A ce jour					
n° 1 avril ...	173 M	173	224	224	224	0,77	0,77	22,7	32,4	164 % M
2 mai ...	143	316	314	(200)	424	0,71	0,74	22,8 M	31,0	153 %
3 juin....	69 m	385	586 M	(200)	624	0,34 m	0,62	22,1	28,7	129 %
4 juil....	89 M	474	198	198	822	0,45	0,58	29,0 m	27,6 m	90 %
5 août ...	74	548	20 m	20	842	3,70 M	0,65	29,0 m	27,9	73 % m
6 sept. ..	67 m	615	67	67	909	1,00	0,68	22,0	28,0	81 % M
7 oct. ...	126	741	223 M	223	1.132	0,56 m	0,65	22,1 M	29,7	57 %
8 nov. ...	143	884	156	156	1.288	0,92	0,69	22,1 M	31,2	57 %
9 déc....	142	1.026	109	109	1.397	1,30	0,73	21,6	31,6	55 % m
10 janv....	131	1.157	49 m	49	1.446	2,67 M	0,80	21,5 m	31,8	84 %
11 fév. ...	144	1.301	83	83	1.529	1,73	0,85	22,4	32,8 M	102 M
12 mars ..	169	1.470	168	168	1.697	1,01	0,87	22,5	32,5	156 %
Total :	1.470		2.197	1.697		0,87		22,0	30,4	100 %
Moyen. :	122 h.		183	141						

mence quand le rapport  $\frac{I}{Pu}$  du mois considéré tombe nettement au-dessous de la moyenne annuelle du lieu.

Nous avons donc présenté (tableaux III à X), les cycles moyens des diverses stations en prenant, dans chaque cas, comme mois d'origine, le mois marquant le début du *cycle climatique* à température supposée constante. Ce mois n° 1 est, par définition, le mois où le rapport  $\frac{I}{Pu}$  tombe nettement au-dessous de la moyenne annuelle du lieu.

Nous avons représenté, dans les graphiques nos 2, 3 et 4, d'une part le cycle productif de chaque station en fonction des *mois codes* comme indiqué ci-dessus, d'autre part le cycle des températures maxima, et enfin le cycle climatique  $\frac{\Sigma I}{\Sigma Pu}$ .

Ce cycle climatique  $\frac{\Sigma I}{\Sigma Pu}$  est, par définition, le rapport des effets cumulés des apports énergétiques et des apports hydriques depuis l'origine du cycle clima-

TABLEAU N° VII

## LA DIBAMBA

Situation : Cameroun (Sanaga) Longitude : 10° E Latitude : 4° N Altitude : 25 m

## CYCLES CLIMATIQUES ET CYCLES PRODUCTIFS MOYENS

Mois	Insolation (1957-60)		Pluviométrie (1955-60)			I Pu		Temp. moy.		Cycles productifs : (cultures 1952 : 7,80 Ha) (1957-60) en % de moy. mens. Nb. de régimes
	Ce mois	A ce jour	Réelle	Utile		Ce mois	A ce jour	min.	Max.	
				Ce mois	A ce jour					
n° 1 avril ...	161	161	272	(238)	238	0,68	0,68	22,8	31,5	163 % M
2 mai ...	145	306	298	(200)	438	0,72	0,70	23,0 M	30,8	148 %
3 juin ...	73	379	323	(200)	638	0,36	0,59	21,7	29,0	117 %
4 juil. ...	41	420	426	(200)	838	0,20	0,50	21,3	26,5 m	107 %
5 août ...	36 m	456	566	(200)	1.038	0,18 m	0,44	21,2 m	26,6	99 %
6 sept. ...	62	518	643 M	(200)	1.238	0,31	0,42	21,7	27,4	83 %
7 oct. ...	106	624	421	(200)	1.438	0,53	0,43	21,4	29,1	79 %
8 nov. ...	152	776	169	169	1.607	0,90	0,48	21,6	30,1	72 %
9 déc. ...	172	948	73	73	1.680	2,36	0,56	21,9	31,1	58 % m
10 janv. ...	171	1.119	63	63	1.743	2,71	0,64	22,7	31,2	69 %
11 fév. ...	188 M	1.307	44 m	44	1.787	4,27 M	0,73	23,0 M	32,1 M	78 %
12 mars ..	153	1.460	162	162	1.949	0,94	0,75	23,0 M	31,7	127 %
Total :	1.460		3.460	1.949						
Moyen. :	122		288	162		0,75		22,1	29,8	100 %

TABLEAU N° VIII

## JOHORE LABIS

Situation : Malaisie (Johore) Longitude : 103° 4' E Latitude : 12° 15' N Altitude : moins de 200 m

## CYCLES PRODUCTIFS ET CYCLES CLIMATIQUES MOYENS

Mois	Insolation (1955-60)		Pluviométrie (1955-60)			$\frac{I}{Pu}$		Temp. moy.		Cycles productifs (1957-60)	
	Ce mois heures	A ce jour	Réelle mm	Utile		Ce mois	A ce jour	min.	Max.	Nb. de régimes	Poids moyen de régimes
				Ce mois	A ce jour						
n° 1 sept. ...	151	151	173	173	173	0,87	0,87	22,2	33,0	<b>139 % M</b>	98 %
2 oct. ....	163	314	199	199	372	0,82	0,84	22,5	32,8	131 %	<b>92 % m</b>
3 nov. ....	<b>118 m</b>	432	230	(201)	573	<b>0,59 m</b>	0,75	22,6	31,8	113 %	102 %
4 déc. ....	<b>118 m</b>	550	201	(199)	772	<b>0,59 m</b>	0,71	22,2	<b>30,4 m</b>	87 %	<b>112 % M</b>
5 janv. ....	145	695	<b>267 M</b>	(200)	972	0,72	0,71	<b>22,0 m</b>	30,7	85 %	97,5 %
6 fév. ....	174	869	128	128	1.100	1,36	0,79	22,2	32,2	77 %	103 %
7 mars ....	<b>201 M</b>	1.070	149	149	1.249	1,35	0,86	22,7	33,5	<b>73 % m</b>	93 %
8 avr. ....	191	1.261	185	185	1.434	1,03	0,88	23,0	33,7	84 %	97 %
9 mai ....	188	1.449	144	144	1.578	1,31	0,92	<b>23,2 M</b>	<b>33,8 M</b>	84 %	93 %
10 juin ....	170	1.619	156	156	1.734	1,09	0,93	22,9	33,3	99 %	100 %
11 juil. ....	177	1.796	<b>101 m</b>	101	1.835	<b>1,75 M</b>	0,98	22,1	33,1	100 %	110 %
12 août ...	152	1.948	156	156	1.991	0,975	0,98	22,1	32,4	126 %	102 %
Total .....	1.948		2.089	1.991							
Moyen .....	162		174	166		0,98		22,5	32,6	100 %	100 %



tique, cette origine étant située quand le rapport  $\frac{I}{Pu}$  du mois considéré tombe nettement au-dessous de la moyenne annuelle du lieu. Cette expression, en apparence complexe, apparaît beaucoup plus simple quand on examine les cycles reportés en annexes. On détermine d'abord le mois d'origine du cycle en comparant le rapport  $\frac{I}{Pu}$  de chaque mois avec le rapport moyen annuel. Puis on établit le tableau en commençant au mois d'origine. On cumule ensuite la valeur « à ce

jour » de l'insolation et aussi de la pluviosité utile. On termine en faisant, mois par mois, le rapport des deux composantes cumulées, ce qui donne  $\frac{\Sigma I}{\Sigma Pu}$ .

On constate, sur les graphiques nos 2, 3 et 4, que les fluctuations saisonnières de la production sont bien conditionnées, grossièrement, par deux facteurs complémentaires : 1) la température, 2) le rapport  $\frac{I}{Pu}$ .

Pour mieux préciser notre pensée, nous avons reporté sur le tableau n° II (p. 532) la correspondance constatée

TABLEAU N° IX

## SIBITI

Situation : Rép. du Congo Longitude : 13° 21' E Latitude : 3° 41' S Altitude : 531 m

## CYCLES CLIMATIQUES ET CYCLES PRODUCTIFS MOYENS

Mois	Insolation (1954-60)		Pluviométrie (1954-60)			I Pu		Temp. moy. (1955-60)		Cycle productif (Station) (1956-60) en % de la moy. mens. Nb. de régimes
	Ce mois	A ce jour	Réelle	Utile		Ce mois	A ce jour	min.	Max.	
				Ce mois	A ce jour					
n° 1 oct. ...	79	79	136	136	136	0,58	0,58	20,8	28,1	143 % M <sub>2</sub>
2 nov. ...	94	173	290 M	(264)	400	0,36 m	0,43	20,0	28,2	118 %
3 déc. ...	93	266	236	(200)	600	0,46	0,44	19,9	27,9	105 %
4 janv. ...	100	366	116 m	116	716	0,86	0,51	21,6 M	27,8	62 %
5 fév. ...	108	474	117	117	833	0,92 M	0,57	21,1	28,5	49 % m
6 mars ...	114 M	588	183	183	1.016	0,62	0,58	20,8 m	29,1 M	79 %
7 avril ...	113	701	189 M	189	1.205	0,60 m	0,58	21,6 M	29,0	157 %
8 mai ...	91	792	120	120	1.325	0,76	0,60	20,3	27,4	175 % M <sub>1</sub>
9 juin. ...	68	860	0,5 m	0,5	1.325,5	136 M	0,65	18,2	24,6	132 %
10 juil. ...	61	921	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1.326	122 M	0,69	16,3 m	23,6 m	50 %
11 août ...	59	980	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1.326 $\frac{1}{2}$	118 M	0,74	17,2	24,4	40 % M
12 sept. ...	49 m	1.029	13	13	1.339 $\frac{1}{2}$	3,77	0,77	18,7	26,2	89 %
Total .....	1.029		1.401 $\frac{1}{2}$	1.339 $\frac{1}{2}$		0,77		19,7	27,1	100 %
Moyen. ....	85,7		116,8	111,6						

TABLEAU N° X

## OUESSO-KM 15

Situation : Rép. du Congo Longitude : 16° E Latitude : 1° 30' N Altitude : 400 m

## CYCLES CLIMATIQUES ET CYCLES PRODUCTIFS MOYENS

Mois	Insolation (1956-60)		Pluviométrie (1950-60)			$\frac{I}{Pu}$		Temp. moy. (1956-60)		Cycle productif (Cult. 1949-50) (1957-60) Nb. de régimes % de moy. mens.
	Ce mois	A ce jour	Réelle	Utile		Ce mois	A ce jour	min.	Max.	
				Ce mois	A ce jour					
n° 1 juin. . . .	150	150	139	139	139	1,08 m	1,08	20,8	30,1	142 % M
2 juil. . . . .	141	291	70 m	70	209	2,01 M	1,39	20,2 m	29,2 m	130 %
3 août . . . .	138	429	131	131	340	1,05	1,26	20,7	29,3	95 %
4 sept. . . . .	134 m	563	207	207	547	0,65 m	1,03	20,9 M	29,9	91 % m
5 oct. . . . .	146	709	223 M	(200)	747	0,73	0,95	20,8	29,9	117 % M
6 nov. . . . .	148	857	152	152	899	0,97	0,95	20,5	30,2	98 %
7 déc. . . . .	153	1.010	77	77	976	1,99	1,04	20,7	30,0	93 %
8 janv. . . . .	161	1.171	66 m	66	1.042	2,44 M	1,12	20,1 m	30,4	68 %
9 fév. . . . .	166	1.337	70	70	1.112	2,38	1,20	20,4	31,5	61 % m
10 mars . . . .	188 M	1.525	153 M	153	1.265	1,23	1,20	21,2	32,0 M	80 %
11 avril . . . .	173	1.698	127	127	1.392	1,36	1,22	21,4	31,6	102 %
12 mai . . . .	184	1.882	147	147	1.539	1,25	1,22	21,5 M	31,7	123 %
Total . . . . .	1.882		1.562	1.539		1,22		20,8	30,5	100 %
Moyen . . . . .	157		130	128						

entre les pointes de production et, d'une part, la température et, d'autre part le rapport  $\frac{I}{Pu}$ .

Si on admet que la pointe de production de mai, à Sibiti, est due à la pointe de température de mars/avril, et que la pointe de production d'octobre est due à la fin du cycle climatique  $\frac{\Sigma I}{\Sigma Pu}$  (septembre), les correspondances entre les divers cycles deviennent excellentes.

Nous avons eu la chance d'avoir trouvé à Sibiti des conditions vraiment exceptionnelles caractérisées par un « hiver  $\frac{I}{Pu}$  » chaud et un « été  $\frac{I}{Pu}$  » froid.

## 6. Conclusions

Nous avons exposé une méthode d'étude des composantes climatiques des fluctuations saisonnières de la production, méthode basée sur l'établissement préalable de cycles moyens : cycles productifs et cycles climatiques. Cette méthode a pour but d'éliminer la complication extrême provoquée par l'étalement sur deux ou trois ans des anomalies climatiques intervenant dans l'intégration cumulative qui aboutit à la production de régimes par le palmier.

Cet avantage de la méthode en souligne les limitations. Si on élimine ainsi les accidents acycliques, on ne peut espérer d'une telle méthode que des précisions sur les composantes climatiques des fluctuations saisonnières de production.

On se propose de revenir ultérieurement à l'étude des composantes climatiques annuelles de production. Mais il nous a paru nécessaire d'élucider, au préalable, le premier problème de façon à simplifier l'approche du second.

Cette note doit être considérée comme une note préliminaire car nous ne disposerons pas, avant deux ans, de cycles d'insolation couvrant une période suffisante pour autoriser des conclusions. La méthode s'est révélée, en effet, très sensible et demande une grande précision. D'autre part cette note repose sur l'application de la méthode des cycles à huit stations seulement. Nous espérons remédier, éventuellement, à l'insuffisance de l'éventail climatique considéré grâce à la coopération d'autres stations étrangères.

Les résultats préliminaires enregistrés nous donnent à penser que les fluctuations saisonnières de production doivent être interprétées comme la réaction du végétal à l'alternance de conditions climatiques favorables au repos du végétal et de conditions climatiques favorables à la production.

Les corrélations les plus étroites trouvées entre les cycles de production, évalués en nombre de régime, et les cycles climatiques mettent en cause :

— la température ambiante qui, suivant les conditions de lieu et de temps, suit, ou ne suit pas, les fluctuations de l'insolation.

— un quotient qui fait intervenir au numérateur une fonction énergétique, vraisemblablement cumulée,

et, au dénominateur, une fonction hydrique également cumulée.

Le palmier subirait donc, comme la plupart des végétaux pérennes, une période d'hivernage provoquée par : 1) une baisse de température, et ou 2) un défaut relatif d'insolation d'autant plus marqué que la pluviosité utile est plus importante.

L'action déterminante de la température ambiante sur la durée de l'évolution de l'inflorescence ♀, et, indirectement, sur le cycle saisonnier de production a déjà été signalé par l'I. R. H. O. [11]. L'action déterminante de la température sur la croissance a été montrée par HENRY [9]. Notre étude tend à confirmer qu'au point de vue production, le palmier réagit vigoureusement aux moindres accroissements de température.

S'il apparaît comme douteux que l'insolation, ou la pluviométrie, prises isolément, aient une action directe sur la fluctuation saisonnière du nombre de régimes, il semble vraisemblable que le rapport de ces deux composantes joue un rôle complémentaire à celui de la température.

On peut être surpris que la pluviométrie ait une action inverse sur la production, et il est nécessaire de rappeler que cette action inverse n'a été trouvée que sur le cycle saisonnier de la production. Les fluctuations annuelles de la production dénotent, au contraire, une action directe de la pluviométrie des années antérieures, action directe dont les modalités précises restent encore à définir.

Il apparaît donc que les fluctuations annuelles et les fluctuations saisonnières de la production ne répondent pas, en apparence du moins, de la même façon aux facteurs climatiques, et cette opposition probable peut expliquer une partie des difficultés rencontrées dans l'étude de ces problèmes.

Il est apparu, incidemment, au cours de cette étude qu'il est peut-être possible, au moins dans certains cas particuliers, de réduire l'amplitude des fluctuations saisonnières de production, si onéreuses pour l'organisation de la récolte et l'usinage. Il est suggéré, à cet effet, de soumettre à la méthode des cycles les divers traitements des expériences d'engrais et de densité, et aussi les expériences culturelles.

Il semble enfin que, dans certaines situations climatiques, les cycles de production se déphasent quelque peu au fur et à mesure de l'élévation des couronnes. Il serait intéressant de rechercher si ce déphasage traduit une différence de température au niveau de la couronne par rapport à la température ambiante à 1,50 m du sol. Quoi qu'il en soit, il semble qu'une répartition régulière au cours des années des programmes d'ouverture et de replantation peut, dans certains cas à préciser, réduire de façon importante les pointes d'usinage.

Nous tenons à remercier Monsieur SURRE (I. R. H. O.) qui a bien voulu réunir les données climatiques et productives utilisées. Nous remercions également Monsieur ZILLER (I. R. H. O.) qui a collationné ces moyennes, en a assuré la présentation et réuni une

documentation très importante. Nous devons à la courtoisie du Docteur J. D. HASTINGS (S. O. C. F. I. N.) les documents utilisés pour Johore Labis, et à Monsieur BACHY (I. R. H. O.) le calcul des coefficients de

corrélation. Nous remercions enfin le Docteur PREVOT (I. R. H. O.) pour de très utiles discussions en cours d'étude.

1/1/1961.

#### BIBLIOGRAPHIE

- [1] BERNARD E. — Le climat écologique de la cuvette congolaise. INEAC 1945.
- [2] BERNARD E. — Ecoclimatologie et fluctuations de rendement du palmier. INEAC. Réunion Congopalm. 1950.
- [3] BREDAS J. et SCUVIE L. — Aperçu des influences climatiques sur les cycles de production du palmier à huile. Oléagineux. 15<sup>e</sup> ann., N° 4, avril 1960., p. 211-222.
- [4] BROEKMAN A. — Growth, flowering and yield of the oilpalm in Nigeria. J1 of Waifor. Vol. 11, N° 7 oct. 1957.
- [5] DEVUYST A. — Influence des pluies sur les rendements du palmier à huile. Oléagineux 1948, N° 3. 3<sup>e</sup> ann., n° 3, Mars 1948, p. 137-145.
- [6] HENRY P. — Note préliminaire sur l'organisation foliaire chez le palmier à huile : Rev. Gén. Bot., LXII, 733, p. 127 à 135, 1955.
- [7] HENRY P. — Sur le développement des feuilles chez le palmier à huile, Rev. Gén. Bot., LXII, 734, p. 231 à 237, 1955.
- [8] HENRY P. — Morphologie de la feuille d'essais au cours de sa croissance. Rev. Gén. Bot., LXII, 735, p. 319 à 323, 1955.
- [9] Henry. — Thèse. Paris, 1957.
- [10] IRHO. — Rapport annuel 1957, p. 68 et 69.
- [11] IRHO. — Rapport annuel 1958, p. 24.
- [12] RANCOULE. — Rapport annuel Pobé 1943. Gouvernement Général AOF.
- [13] SCHIMPER A. F. W. — Plant geography upon a physiological basis. 1903. Oxford. Clarendon press.
- [14] WORMER T. M. et OCHS R. — Humidité du sol, ouverture des stomates et transpiration du palmier à huile et de l'arachide. Oléagineux, 14<sup>e</sup> ann. N° 10 oct. 1959, p. 571-580.

## Industrie des engrais

### Evaluation des éléments nutritifs.

A partir de janvier 1962, la Soil Science Society of America et l'American Society of Agronomy ont décidé d'évaluer les éléments nutritifs du sol en tant que tel et non plus en taux d'oxyde. On parlera donc désormais d'azote, de phosphore et de potasse et non plus d'acide phosphorique, etc. On ne s'attend pas à voir l'industrie suivre comme un seul homme cette nouvelle pratique, car elle reste partisan de la notation par oxyde. Un seul Etat, le Minnesota, a rendu licite le changement en question, mais sans l'imposer.

### Bilan américain.

L'année de production qui a pris fin le 30 juin a été exceptionnellement favorable aux producteurs d'engrais américains. Le total de 7,8 millions de tonnes aurait été dépassé, ce qui représente une nouvelle avance de 4 % sur l'an dernier. Les perspectives ne sont pas moins favorables pour cette année : l'augmentation des surfaces plantées en coton, tabac, orge, d'heureuses conditions climatiques permettent de prévoir un nouvel accroissement de 6 %. Il demeure cependant nombre d'inconnues et notamment ce qui a trait à l'application du nouveau « Grain Program ». Dans le sens de l'optimisme nous inclinent également la croissance du revenu des agriculteurs, dont les dépôts bancaires sont le signe indubitable, et les efforts de vulgarisation qui rendent l'application des engrais de plus en plus savante et bénéfique. En 1955, chaque acre cultivée recevait en moyenne 33 livres d'engrais, en 1961, il en reçoit 52.

Extrapolant la consommation et le taux d'emploi par acre des engrais aux Etats-Unis qui atteindrait 70 livres d'éléments nutritifs par acre en 1970, un spécialiste de Spencer Chemical porte à cette date, à 10,7 millions de tonnes (en terme de  $\text{NKO}_2$  et  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) la consommation d'éléments fertilisants aux Etats-Unis, au lieu de 7,5 millions de tonnes en 1960.

### Nouvel engrais américain.

W. R. Grace Co a mis au point un nouvel engrais comprenant 24 % d'oxyde de magnésium, 40 % de phosphate et 8 % d'azote.

Il est spécialement destiné aux cultures d'agrumes et de plantes ornementales. Le principe actif se dégage progressivement pendant toute la croissance de la plante.

### Fabrication des pastilles.

La technique de la fabrication des pastilles a profité d'expériences peu à peu acquises dans la préparation du fer et du ciment. On travaille à la surface de grands disques tournants, les petits noyaux animés d'un mouvement de rotation se grossissent des poudres dont on les asperge à jet continu, ainsi ils s'épaississent et finissent par former des pastilles du modèle désiré. Les disques vendus par Dravo Corp., Neville, Island, Pittsburg 25, Pa., ont une dimension qui va de 14 inches (35 cm) à 16 pieds (5 m 30).

### Usines européennes.

A Zaanvoorde (près d'Ostende, Belgique) commencera de tourner pendant l'été de 1962 une nouvelle usine d'engrais à forte teneur. C'est la création commune de l'Union Chimique Belge, de Bruxelles et de Fisons Fertilizers Ltd. En employant un nouveau procédé, elle fabriquera pour commencer 29 t longues à l'heure pour le marché belge et les pays voisins du Marché Commun, ainsi que pour les territoires d'outre-mer.

La Compagnie de Saint-Gobain a monté en Belgique pour la société Superphosphate Rosier une usine d'engrais composés granulés d'une capacité de 60.000 t par an. Le produit fini est dépoussiéré avant d'être ensaché.

L'Espagne vient de découvrir au Sahara espagnol, près de Samlibas, un gisement de phosphates dont les réserves sont estimées à 500 millions de tonnes. Ce prolongement des gisements marocains constituera pour l'agriculture espagnole un appoint d'importance.

Près de Lisbonne, Uniao Fabril do Azoto va construire une usine d'engrais qui doit produire 180 t d'ammoniac par jour et 40.500 t d'urée par an. La construction sera terminée en 1962 par les soins d'une firme américaine.